

Control of IC engine during intermittent operation

Patent number: DE4440640
Publication date: 1995-05-24
Inventor: GHEORGHUI VICTOR DR (DE)
Applicant: ATLAS FAHRZEUGTECHNIK GMBH (DE)
Classification:
- **international:** *F02D41/18; F02D41/18*; (IPC1-7): F02D43/00;
F02D41/02; F02P5/00
- **europaean:** F02D41/18; F02D41/18D
Application number: DE19944440640 19941114
Priority number(s): DE19944440640 19941114; DE19934339513 19931119

Report a data error here

Abstract of **DE4440640**

The method for controlling the IC engine during intermittent operation, involves using a sensor in the induction pipe near the throttle flap which measures the air flow and generates an electrical signal. This is translated into the engine load value using measured speed, and together with other parameters helps to generate control signals for the ignition timing and the fuel metering. In the memory of the control unit, there is an air flow-air density function stored, by means of which the control unit outputs a value of mass air flow. The voltage signal from the sensor is sampled over a predetermined crankshaft angle, and the mean value taken to initiate the procedure, where the calculated air density is constantly updated before used to predict engine load.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 40 640 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 D 43/00
F 02 D 41/02
F 02 P 5/00

②1 Aktenzeichen: P 44 40 640.1
②2 Anmeldetag: 14. 11. 94
④3 Offenlegungstag: 24. 5. 95

DE 44 40 640 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
19.11.93 DE 43 39 513.9

⑦1 Anmelder:
AFT Atlas Fahrzeugtechnik GmbH, 58791 Werdohl,
DE

⑦2 Erfinder:
Gheorghui, Victor, Dr., 22415 Hamburg, DE

⑤4 Verfahren zur Instationärsteuerung von Brennkraftmaschinen

⑤7 Im instationären Betriebszustand einer Brennkraftmaschine, also im dynamischen Übergang von einem stationären in einen anderen stationären Betriebszustand, entsteht zwischen dem am Ort des Luftmassensensors gemessenen Luftmassenstrom und der zeitgleich in einen Zylinder einströmenden Luftmasse eine Differenz, die sich aus der Speicherwirkung des Saugrohres ergibt. Dies führt in der Regel zu unerwünschten Lambda-Abweichungen, da ein Phasenfehler zwischen der in den Zylinder strömenden Luftmasse und der zugemessenen Kraftstoffmasse vorliegt. Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Instationärsteuerung von Brennkraftmaschinen mittels einer Steuereinheit, in dessen Speicher eine Luftmassenstrom-Dichte-Funktion abgelegt wird, mit der die Steuereinheit in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte und der Motordrehzahl einen Wert für den Luftmassenstrom am Zylindereingang ausgibt. Zyklusweise werden die Spannungssignale eines Luftmassensensors abgetastet, die Saugrohrluftdichte ermittelt und mittels einer Luftmassenstrom-Dichte-Funktion in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte und der Motordrehzahl ein Wert für den Luftmassenstrom am Zylindereingang erzeugt, aus dem schließlich der Motorlastwert bestimmt wird.

DE 44 40 640 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 95 508 021/390

10/30

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von Brennkraftmaschinen im Instationärbetrieb gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5 Bekannte Steuerungen von Brennkraftmaschinen erfassen verschiedene Maschinenbetriebsparameter, wie z. B. die Maschinendrehzahl, die Luftmasse im Ansaugrohr, die Sauerstoffkonzentration im Abgas, die Kühlmit-
teltemperatur, um auf deren Basis den Zündzeitpunkt und die Kraftstoffeinspritzmenge mittels einer vorbestimmten mathematischen Beziehung unter Einsatz eines Mikroprozessors zu bestimmen. Diese mathematischen Beziehungen, die üblicherweise in Tabellenform in einem ROM-Speicher abgelegt sind, liefern geeignete
10 Einspritzmengen und dazu passende Zündzeitpunkte für die Brennkraftmaschine.

Im Grundsatz erfolgt die Zündwinkelberechnung in Abhängigkeit der Drehzahl n und der Motorlast Q_L sowie in Abhängigkeit von Korrekturfunktionen. Die Einspritzzeit ergibt sich ebenfalls aus der Motorlast Q_L und gegebenenfalls verschiedenen Korrekturfunktionen, aus der anhand einer Ventilkennlinie die Einspritzmenge je Hub abgeleitet wird.

15 Die Motorlast Q_L ist definiert als die je Hub angesaugte Luftmenge:

$$Q_L Q/n,$$

wobei Q die je Zeiteinheit (z. B. in kg/h) angesaugte Luftmenge und n die Motordrehzahl in der Einheit 1/min darstellt.

20 Der Durchsatz der an der Brennkraftmaschine zugeführten Ansaugluft wird mittels sogenannter Ansaugluftmassenstrommeßgeräte für Verbrennungsmotoren, in den meisten Fällen Hitzdraht- und Heißfilmluftmassenstrommeßgeräte, erfaßt, weil solche Geräte kostengünstig sind.

Bei einem Hitzdrahtluftmassensensor befindet sich ein von einem Strom aufgeheizter dünner Draht in dem angesaugten Luftstrom und bildet den Zweig einer Wheatstone-Brücke. Die vorbeiströmende Luft entzieht dem erhitzten Draht Wärme, wodurch sein Widerstand sich verändert und die Brücke verstimmt wird. Die Brückenverstimmung ruft über einen entsprechenden Regelkreis eine solche Veränderung des Heizstroms hervor, daß die Brücke wieder abgeglichen wird. Die Brücke ist so abgestimmt, daß der Hitzdraht eine bestimmte Übertemperatur erreicht, die mit Hilfe der Regelschaltung konstant gehalten wird.

30 Eine schematische Darstellung eines Saugrohres S eines Ottomotors ist in Fig. 3 gezeigt. In dieses Saugrohr S , welches durch das Volumen V_s , den Saugrohrdruck p_s und die Luftdichte ϕ_s gekennzeichnet ist, fließt über die Drosselklappe DK , dessen Öffnungsfläche sich aus dem Winkel α ergibt, ein Luftmassenstrom m_L ein, der von einem vor dieser Drosselklappe DK angeordneten Luftmassensensor HDLM erfaßt wird. Der am Einlaßventil V , also am Motorzylindereingang in den Motorzylinder strömende Luftmassenstrom ist mit m_v bezeichnet, der im stationären Betriebszustand des Motors ausreichend gut mit dem Luftmassenstromwert m_L am Ort des Luftmassensensors HDLM übereinstimmt und als integraler Mittelwert der von dem Luftmassensensor gelieferten Luftmassenstromwertes erfaßt wird. Im instationären Betriebszustand dagegen, also im dynamischen Übergang von einem stationären in einen instationären Betriebszustand, entsteht zwischen dem am Ort des Luftmassensensors gemessenen Luftmassenstrom und der zeitgleich in den Motorzylinder einströmenden Luftmasse eine Differenz, die sich aus der Speicherwirkung des Saugrohres ergibt. Dieser Luftmassenstrommeßfehler führt in der Regel zu unerwünschten Lambda-Abweichungen, da ein Phasenfehler zwischen der in den Zylinder strömenden Luftmasse und der zugemessenen Kraftstoffmasse vorliegt.

40 Dieser Luftmassenstrommeßfehler führt bei tip-in (schnelle Öffnung der Drosselklappe bei konstanter Motordrehzahl) zu einem zu großen Meßwert, also zu einer Anfettung des Kraftstoff-Luftgemisches, bei tip-out (schnelle Schließung der Drosselklappe bei konstanter Motordrehzahl) dagegen zu einem zu kleinen Meßwert für die Luftmasse im Zylinder, also zu einer Abmagerung des Kraftstoff-Luftgemisches.

Der Zeitraum, über den sich dieser Fehler erstreckt und auf das Lambda auswirkt, hängt im wesentlichen vom Volumen des Ansaugsystems zwischen der Drosselklappe und den Einlaßventilen des Motors sowie von dem dynamischen Verhalten des Luftmassensensors ab.

50 Zur Lösung der mit der Instationärsteuerung von Brennkraftmaschinen behafteten Probleme wurden verschiedene Algorithmen vorgeschlagen.

So ist beispielsweise aus einem Aufsatz von T. Sekozawa mit dem Titel "Development of a highly accurate airfuel ratio control method based on internal state estimation", erschienen in SAE (Society of Automotive Engineer) 99 02 90 Paper, Februar 1992, bekannt, den Luftmassenstrom m_v am Einlaßventil des Motorzylinders über eine Berechnung des Saugrohrdruckes p_s zu ermitteln. Diese Berechnung beruht auf der Formel

$$60 \quad \frac{dp}{dt} = \frac{R \cdot T}{V_s} (m_L - m_v), \quad (1)$$

wobei R die Gaskonstante, T die Lufttemperatur im Saugrohr, V_s das Saugrohrvolumen und m_L bzw. m_v der Luftmassenstrom am Ort des Luftmassensensors bzw. am Motorzylindereingang bedeutet. Die Berechnung des Saugrohrdruckes p_s mittels dieser Gleichung wird mit der zugehörigen Rekursionsformel auf der Grundlage von kurbelwellensynchronen Intervallen gemäß

$$p_{s,n} = p_{s,n-1} + \Delta t \cdot K \cdot (m_{L,n-1} - m_{v,n-1}) \quad (2)$$

durchgeführt, wobei der Parameter $K = (R \cdot T / V_s)$ konstant bleibt.
Der Luftmassenstromwert m_v am Zylindereingang kann nach der Formel

$$m_v = \frac{(n/60) \cdot i \cdot \lambda_L}{2 \cdot R \cdot T} \cdot p_s \quad (3)$$

berechnet werden, wobei n die Motordrehzahl, i die Taktzahl des Motors und λ_L der Liefergrad ist. Da der Liefergrad λ_L , der von der Motordrehzahl, der Motorlast, der Temperatur und des Saugrohrdruckes abhängt, sehr schwer direkt zu bestimmen ist, wird der Liefergradeinfluß in einem stationären Prüfstandsversuch für ein 16×16 -Stützstellenkennfeld für Saugrohrdruck p_s , der Motordrehzahl n und des Luftmassenstromes m_v am Zylindereingang her. Nach jedem Meßintervall wird der Luftmassenstromwert $m_{L,n}$ ermittelt sowie mittels der im vorangegangenen Intervall gespeicherten Werte des Saugrohrdruckes $p_{s,n}$, der Luftmassenströme $m_{L,n-1}$ und $m_{v,n-1}$ der entsprechende Wert für den Saugrohrdruck $p_{s,n}$ mittels der Formel (2) bestimmt. Mit diesem Saugrohrdruck $p_{s,n}$ wird anhand des gespeicherten Kennfeldes der entsprechende Luftmassenstromwert $m_{v,n}$ erzeugt, der seinerseits zu einem Lastwert weiterverarbeitet wird. Bevor der nächste Meßzyklus beginnt, werden die Werte des Luftmassenstromes $m_{v,n}$, der Luftmassenströme $m_{L,n}$ und $m_{v,n}$ sowie der Saugrohrdruck $p_{s,n}$ gespeichert.

Dieses bekannte Verfahren zur Bestimmung des Luftmassenwertes am Motorzylindereingang führt jedoch nicht zu einer bestmöglichen Lambda-Konstanz, da bei der Durchführung dieses Verfahrens der Faktor K gemäß Formel (2) konstant gehalten wird, dieser jedoch von der Saugrohrlufttemperatur abhängt. Zur Verbesserung dieses bekannten Verfahrens müßte daher dieser Temperaturwert gemessen oder durch ein Näherungsverfahren bestimmt werden, wodurch sich der Aufwand vergrößert, was zu einer negativen Kostenfolge führt. Eine weitere Ursache der mangelhaften Lambda-Konstanz liegt in dem 16×16 -Stützstellenkennfeld, das im gesamten Motorbetriebskennfeld nur eine unzureichend genaue Erfassung des Motorbetriebszustandes zuläßt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren zur Instationärsteuerung von Brennkraftmaschinen der eingangs genannten Art anzugeben, das die o. g. Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Hierbei geht das erfindungsgemäße Verfahren von einer experimentell aufgestellten Beziehung zwischen dem Wert des Luftmassenstromes m_v am Motorzylindereingang und der Saugrohrdichte ρ_s aus. Zyklusweise werden über ein vorbestimmtes Kurbelwellenwinkel-Intervall die von dem Luftmassensensor erzeugten Spannungssignale detektiert und hieraus ein Spannungsmittelwert erzeugt. Am Ende jedes KW-Intervalles wird die Saugrohrluftdichte aus den im vorangegangenen KW-Intervall gespeicherten Werten des Luftmassenstromes am Ort des Luftmassensensors, des Luftmassenstromes am Zylindereingang und der Saugrohrluftdichte bestimmt. Anschließend wird anhand der Luftmassenstrom-Dichte-Funktion in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte und der Motordrehzahl ein Wert für den Luftmassenstrom am Zylindereingang ausgegeben und hieraus ein Motorlastwert berechnet. Ferner wird der Spannungsmittelwert anhand einer Spannungs-Luftmassenkennlinie in einen Luftmassenstromwert konvertiert und für den nächsten Zyklus gespeichert. Für diesen nächsten Zyklus werden auch die Werte des Luftmassenstromes am Zylindereingang sowie die Saugrohrluftdichte gespeichert.

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Verfahren anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen dargestellt und erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 2 und 3 ein Ablaufdiagramm zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 die für das erfindungsgemäße Verfahren erstellte Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion und

Fig. 5 den Verlauf des Luftmassenstromes am Zylindereingang als auch am Ort des Luftmassensensors bei Drosselklappensprüngen.

Das von einem Luftmassensensor (vgl. Fig. 1, Luftmassensensor HDLM) ausgegebene Spannungssignal wird mittels einer geeigneten Schaltung abgetastet, digitalisiert und einer Steuereinheit mit Speicher, beispielsweise einem Mikroprozessor, zugeführt. Die Auswertung der abgetasteten Meßwerte U_i , $i = 1, 2, 3, \dots$ erfolgt jeweils zyklusweise über ein KW-Intervall, dessen Intervalllänge L eine Funktion der Taktzahl i und der Zylinderzahl z gemäß folgender Formel ist:

$$L = 360/i \cdot z (^{\circ} \text{KW}),$$

wobei $i = 1$ für Zweitaktmotoren und $i = 0,5$ für Viertaktmotoren gilt. Die Formel gilt ferner unter der Voraussetzung, daß die Zylinder über einen Ansaugtrakt miteinander verbunden sind. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 2 und 3 ergibt sich für einen 4-Zylinder-Motor eine Intervalllänge von 180° .

Nach Fig. 2 beginnt das Verfahren mit dem Setzen der Variablen U_s sowie des Laufindex i , wobei die Variable U_s die Summe der Meßwerte U_i darstellt. Mit dem darauffolgenden Schritt 1 wird sukzessiv die Summe U_s der Meßwerte U_i , $i = 1, 2, 3, \dots$ gebildet. Diese Routine wird so lange wiederholt, bis gemäß der Abfrage 2 alle Meßwerte U_i eines KW-Intervalls abgearbeitet sind.

Im darauffolgenden Schritt 3 wird der arithmetische Mittelwert U aus den Meßwerten U_i gebildet.

Im weiteren Verlauf des Verfahrens muß zunächst festgestellt werden, ob der Motor im instationären Betrieb arbeitet. Ein solcher Betriebszustand kann anhand des Spannungsverlaufes der Meßsignale U_i des Luftmassensensors detektiert werden. Eine entsprechende Abfrage erfolgt mit Schritt 4, wonach die Differenz des Spannungsmittelwertes U der Meßwerte U_i mit demjenigen Spannungsmittelwert U_{alt} des vorangegangenen Inter-

valles gemäß folgender Formel ausgewertet wird:

$$(|\bar{U} - \bar{U}_{alt}|)/\bar{U} > K,$$

- 5 wobei \bar{U}_{alt} der Spannungsmittelwert aus dem vorangegangenen KW-Intervall und K eine Konstante ist. Diese Konstante K kann beispielsweise den Wert 0,25 annehmen. Liegt die entsprechende Bedingung nicht vor, wird mit dem Setzen einer Variablen k_{in} auf den Wert "0" ein stationärer Betrieb des Motors angezeigt und mit Schritt 41 eine entsprechende Bearbeitung der Meßsignale U_i durchgeführt, dessen Inhalt Gegenstand einer parallelen Anmeldung ist.

- 10 Liegt dagegen die entsprechende Bedingung gemäß Schritt 4 vor, erfolgt die weitere Bearbeitung der Meßsignale U_i gemäß dem Ablaufschema nach Fig. 3. Zunächst wird mit Schritt 5 festgestellt, ob in dem vorausgegangenen KW-Intervall ein stationärer oder instationärer Betrieb vorlag, indem die Variable k_{in} abgefragt wird. Lag ein stationärer Betriebszustand vor, erfolgt die Bearbeitung gemäß Schritt 7, andernfalls nach Schritt 6.

- 15 Zunächst soll Schritt 6 erläutert werden, wenn also über mehrere KW-Intervalle hinweg instationäre Betriebszustände detektiert werden.

Zum besseren Verständnis sei nunmehr angenommen, daß zum Zeitpunkt t_n das KW-Intervall I_n bearbeitet wird und die während diesem KW-Intervall I_n bearbeiteten oder detektierten Größen den entsprechenden Index n erhalten.

- 20 Wie schon eingangs erwähnt wurde, hängt die Speicherwirkung des Saugrohres von dessen Volumen V_s ab, dessen Verhalten durch die folgende Differentialgleichung beschrieben wird:

$$d\varphi_s/dt = (m_L - m_V)/V_s, \quad (4)$$

- 25 wobei φ_s die Saugrohrluftdichte in kg/m^3 und m_L bzw. m_V der Luftmassenstrom am Ort des Luftmassensensors bzw. am Zylindereingang in kg/s darstellt.

Der Zusammenhang zwischen der Saugrohrdichte φ_s und dem Luftmassenstrom m_V am Zylindereingang stellt folgende Gleichung dar:

$$m_V = (n \cdot V_M \cdot \lambda_L \cdot \varphi_s)/60 \cdot i, \quad (5)$$

- 30 wobei n die Motordrehzahl, V_M das Hubvolumen des Motors, i die Taktzahl des Motors und λ_L der Liefergrad darstellt.

- Der Liefergrad λ_L ist, wie eingangs schon erwähnt wurde, direkt sehr schwierig zu berechnen. Daher wird für das weitere Verfahren eine experimentell aufgestellte Beziehung zwischen dem Luftmassenstrom m_V und der Saugrohrluftdichte φ_s gemäß obiger Formel (5) ermittelt. Hierzu wird in stationären Prüfstandsmessungen neben dem integralen Mittelwert des Luftmassenstroms auch der Saugrohrdruck und die Lufttemperatur im Saugrohr ermittelt. Aus diesen Werten läßt sich über die allgemeine Gasgleichung die Dichte berechnen. Das Ergebnis ist beispielhaft in Fig. 4 für eine 4-Zylinder-Maschine dargestellt, das den Luftmassenstrom in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte bei verschiedenen Drehzahlen als Parameter zeigt. Diese Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion f könnte im Speicher der Steuereinheit tabellarisch als 16×16 -Stützstellenkennfeld abgelegt werden oder als Satz monotoner Funktionen zweiter Ordnung gespeichert werden. Im letzten Fall erhält man einerseits eine bessere Genauigkeit und andererseits wird weniger Speicherplatz bei gleicher Genauigkeit benötigt, da nur die Koeffizienten der Funktionen zu speichern sind. Diese Koeffizienten sind im folgenden mit c_1 , c_2 und c_3 bezeichnet.

- 45 Die Formel 4 wird in diskretisierter Form gemäß

$$\varphi_{s,n} = \varphi_{s,n-1} + \Delta t(m_{L,n-1} - m_{V,n-1})/V_s \quad (6)$$

- 50 verwendet, wobei $\varphi_{s,n-1}$, $m_{L,n-1}$ und $m_{V,n-1}$ die entsprechenden Werte der Saugrohrdichte und der Luftmassenströme aus dem vorangegangenen KW-Intervall I_{n-1} sind. Anschließend werden die zu diesem Wert der Saugrohrluftdichte $\varphi_{s,n}$ zugehörigen Koeffizienten c_1 , c_2 und c_3 anhand der abgelegten Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion f (vgl. Fig. 4) bestimmt, die von der Motordrehzahl n abhängen. Hieraus wird der Wert für den Luftmassenstrom $m_{V,n}$ gemäß der Formel

- 55 $m_{V,n} = c_1 \cdot \varphi_{s,n}^2 + c_2 \cdot \varphi_{s,n} + c_3 \quad (7)$

- berechnet. Schließlich wird noch die Konvertierung des Spannungsmittelwertes \bar{U} der über das KW-Intervall I_n erfaßten Meßsignale U_i in einem entsprechenden Luftmassenwert m_L durchgeführt. Abschließend wird eine Speicherung der Werte $\varphi_{s,n}$, $m_{V,n}$ und $m_{L,n}$ der Saugrohrluftdichte, der Luftmassenströme am Ort des Zylindereinganges bzw. am Ort des Luftmassensensors aus dem KW-Intervall I_n für den nächsten Zyklus, der dem KW-Intervall I_{n+1} entspricht, gespeichert. Damit ist der Schritt 6 gemäß Fig. 3 abgeschlossen.

Nach einer Aktualisierung des Spannungsmittelwertes \bar{U}_{alt} aus dem vorhergehenden KW-Intervall I_{n-1} gemäß Schritt 8 der Fig. 3 beginnt ein neuer Zyklus.

- 65 Ein Wechsel vom stationären in einen instationären Betriebszustand führt gemäß des Ablaufschemas nach Fig. 3 zur Bearbeitung der Meßsignale U_i nach Schritt 7. Dort erfolgt zunächst eine Konvertierung des Spannungsmittelwertes \bar{U} der Meßsignale U_i aus dem KW-Intervall I_n in einen Luftmassenstromwert $m_{L,n}$. Da nunmehr ein instationärer Betriebszustand vorliegt, wird die Variable k_{in} auf den Wert 1 gesetzt. Da im vorausgegangenen KW-Intervall I_{n-1} ein stationärer Betriebszustand vorlag, stimmen die Werte für den Luft-

massenstrom am Zylindereingang und am Ort des Luftmassensensors überein, es gilt also $m_{v,n-1} = m_{L,n-1}$. Anschließend werden die Koeffizienten c_1 , c_2 und c_3 der Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion f gemäß Gleichung (7) in Abhängigkeit der Motordrehzahl n ermittelt. Der zugehörige Wert $\varphi_{s,n}$ der Saugrohrluftdichte wird durch Anwendung der bekannten quadratischen Formel ermittelt. Somit sind die Werte $\varphi_{s,n}$, $m_{L,n}$ und $m_{v,n}$ der Saugrohrdichte bzw. der Luftmassenströme am Ort des Zylindereinganges bzw. am Ort des Luftmassensensors für den nächsten Zyklus, also für das KW-Intervall I_{n+1} bestimmt und können hierfür gespeichert werden.

Aus dem am Ende jedes KW-Intervalles zur Verfügung stehenden Wertes m_v des Luftmassenstroms am Zylindereingang ermittelt die Steuereinheit in Abhängigkeit der detektierten Drehzahl n einen Wert für die Motorlast Q_L gemäß folgender Formel:

$$Q_L = \frac{m_v}{12 \cdot 10^{-6} \cdot n} \quad (0,1 \text{ mg/Hub}).$$

Das Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 5 gezeigt, die bei einer schnellen Öffnung der Drosselklappe (tip-in) als auch bei einer schnellen Schließung der Drosselklappe (tip-out) den entsprechenden Verlauf der Luftmassenströme am Zylindereingang als auch am Ort des Luftmassensensors zeigt. In dem Diagramm nach Fig. 5 zeigt die untere Kurve den Verlauf des Drosselklappenwinkels, während die oberen beiden Kurven den Verlauf der Luftmassenströme zeigen. Bei tip-in zeigt das Diagramm ein Überspringen des Wertes des Luftmassenstroms m_L am Ort des Luftmassensensors, während der entsprechende Verlauf des Luftmassenstroms m_v dem Verlauf des DK-Winkels entspricht. Bei tip-out ist der Verlauf des Luftmassenstromes m_v gegenüber demjenigen Luftmassenstrom m_L etwas verzögert, so daß keine zu geringe Luftmasse im Motorzylinder zu erwarten ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Brennkraftmaschinen im Instationärbetrieb, bei dem ein im Saugrohr im Bereich der Drosselklappe angeordneter Luftmassensensor zur Bestimmung des Durchsatzes der Ansaugluft im Bereich des Zylindereinganges elektrische Spannungssignale erzeugt, die mittels einer einen Speicher aufweisenden Steuereinheit in Motorlastwerte unter Zuhilfenahme der detektierten Drehzahl umgesetzt werden, aus denen zusammen mit anderen detektierten Betriebsparametern und motorspezifischen Daten die für den jeweiligen Betriebspunkt erforderlichen Steuersignale für die Zündzeitpunkteinstellung und der Kraftstoffzumessung erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst im Speicher der Steuereinheit eine Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion (f) abgelegt wird, mittels der die Steuereinheit in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte (φ_s) und der Motordrehzahl (n) einen Wert für den Luftmassenstrom (m_v) am Motorzylindereingang ausgibt und daß folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- a) Abtastung der Spannungssignale des Luftmassensensors über ein vorbestimmtes Kurbelwellenwinkel (KW)-Intervall (I_n) zwecks Erzeugung von Meßsignalen (U_i , $i = 1, 2, 3, \dots$),
- b) Bildung des Spannungsmittelwertes (\bar{U}) aus den Werten der Meßsignale (U_i , $i = 1, 2, 3, \dots$),
- c) Bestimmung der Saugrohrluftdichte ($\varphi_{s,n}$) mittels der Steuereinheit aus den im vorangegangenen KW-Intervall (I_{n-1}) gespeicherten Werten des Luftmassenstroms ($m_{L,n-1}$) am Ort des Luftmassensensors, des Luftmassenstroms ($m_{v,n-1}$) am Zylindereingang und der Saugrohrluftdichte ($\varphi_{s,n-1}$),
- d) Bestimmung eines Wertes für den Luftmassenstromwert ($m_{v,n}$) am Zylindereingang in Abhängigkeit der Saugrohrluftdichte ($\varphi_{s,n}$) und der Motordrehzahl (n) mittels der in dem Speicher abgelegten Luftmassenstrom-Luftdichte-Funktion (f),
- e) Konvertierung des Spannungsmittelwertes (\bar{U}) in einen Luftmassenstromwert ($m_{L,n}$),
- f) Speicherung des Luftmassenstromwertes ($m_{L,n}$) am Ort des Luftmassensensors, des Luftmassenstromwertes ($m_{v,n}$) am Zylindereingang und der Saugrohrluftdichte ($\varphi_{s,n}$) und
- g) Bestimmung des Motorlastwertes (Q_L) aus dem Luftmassenstromwert ($m_{v,n}$) am Zylindereingang mittels der aktuellen Motordrehzahl (n).

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

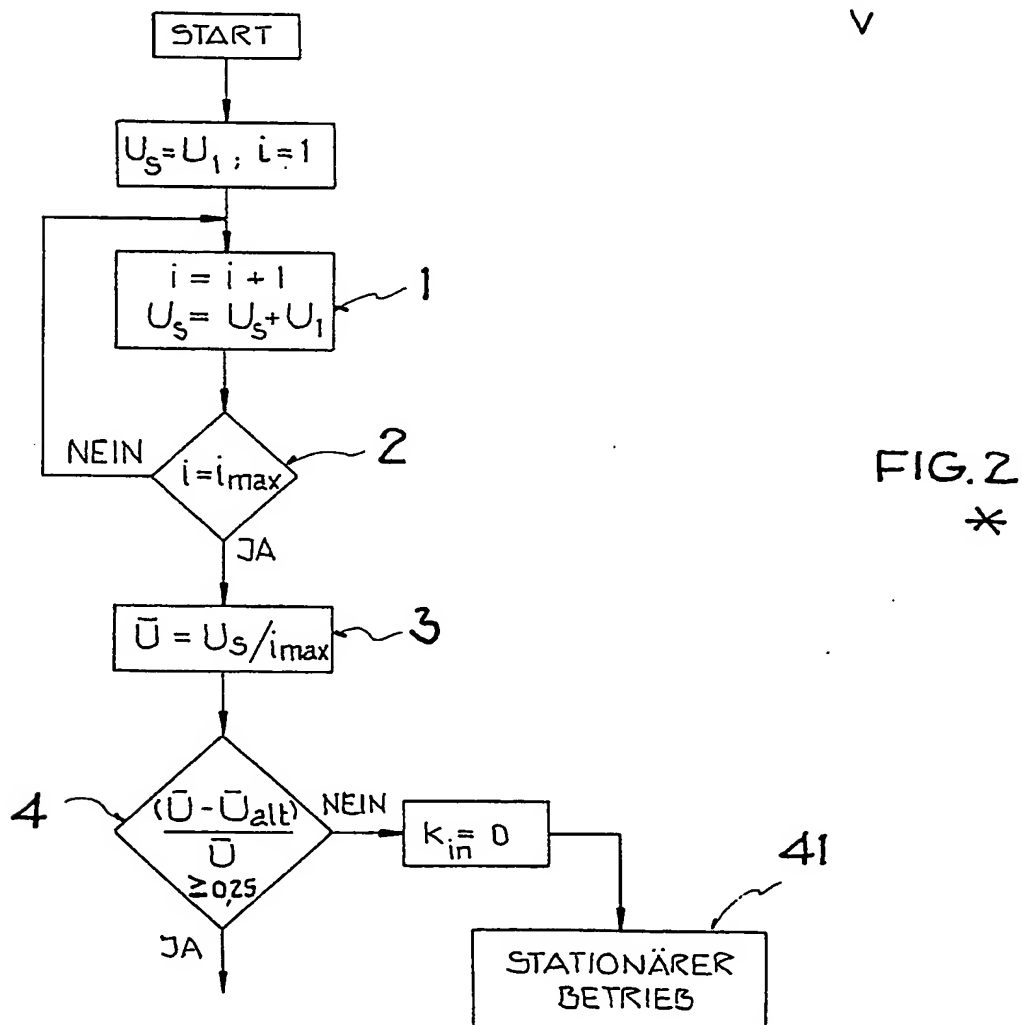
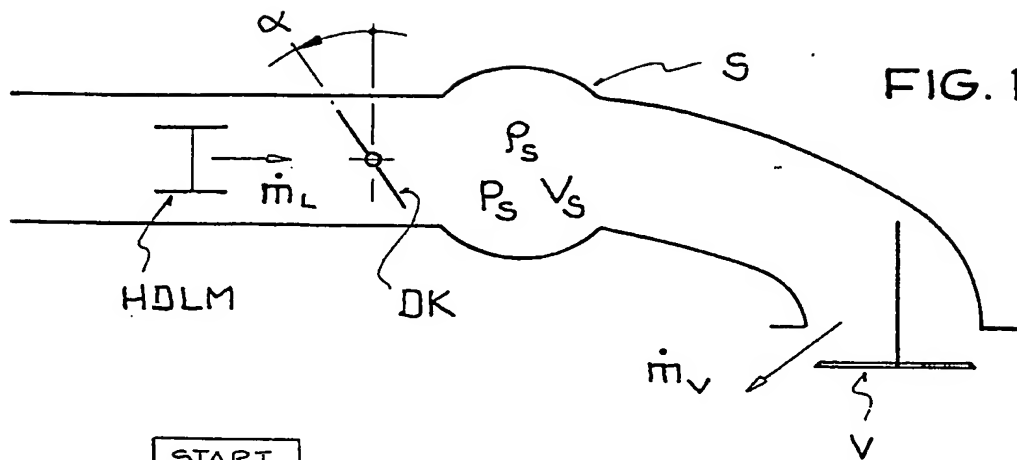
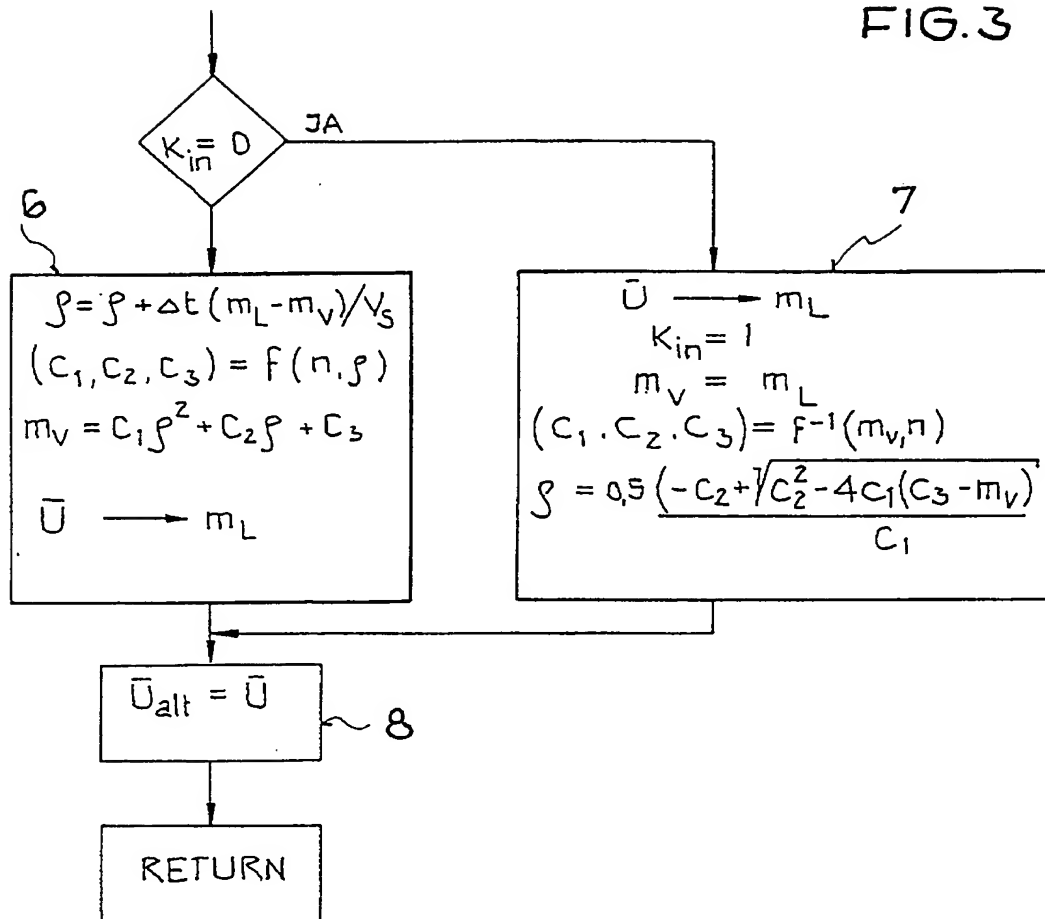
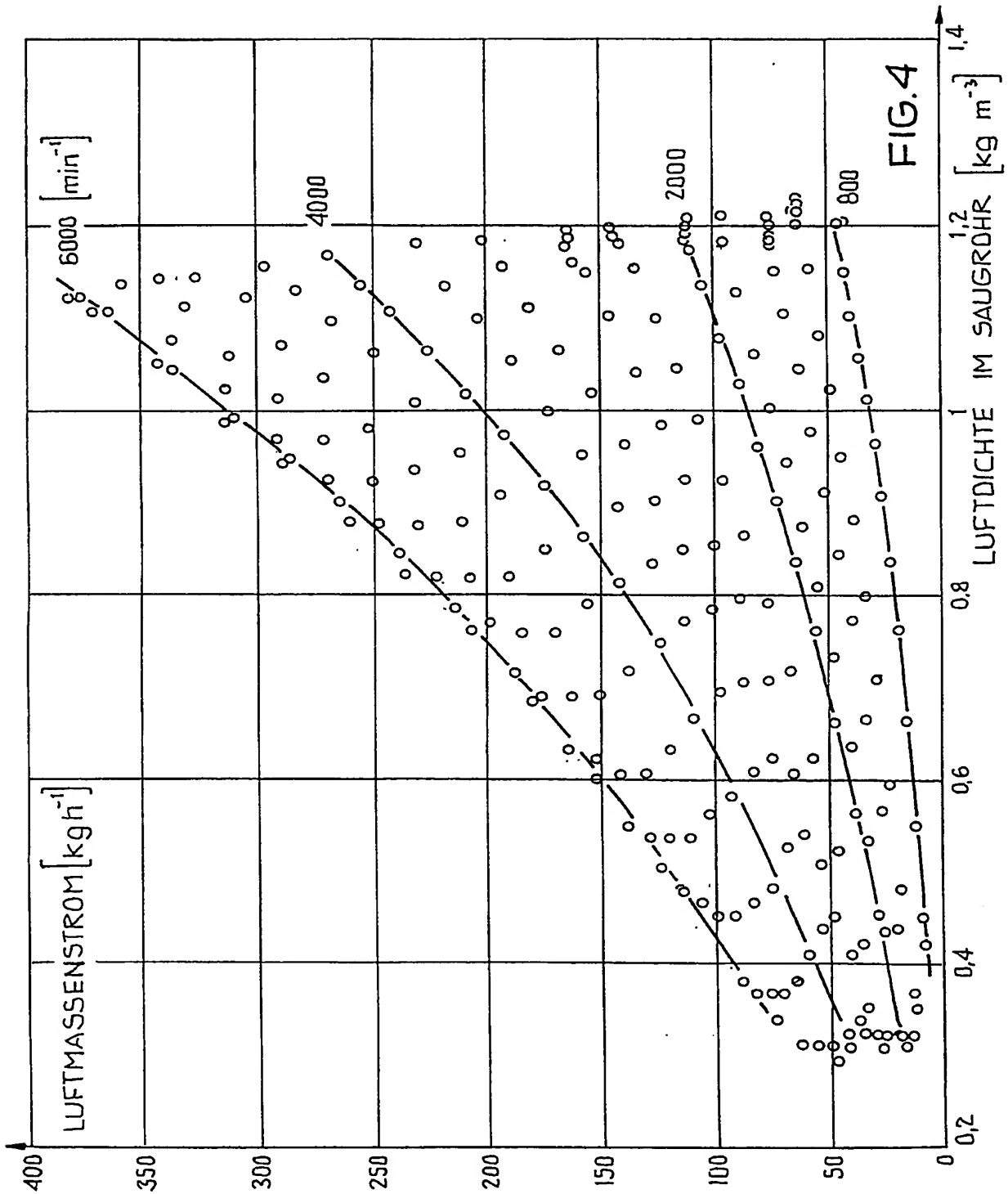


FIG. 3





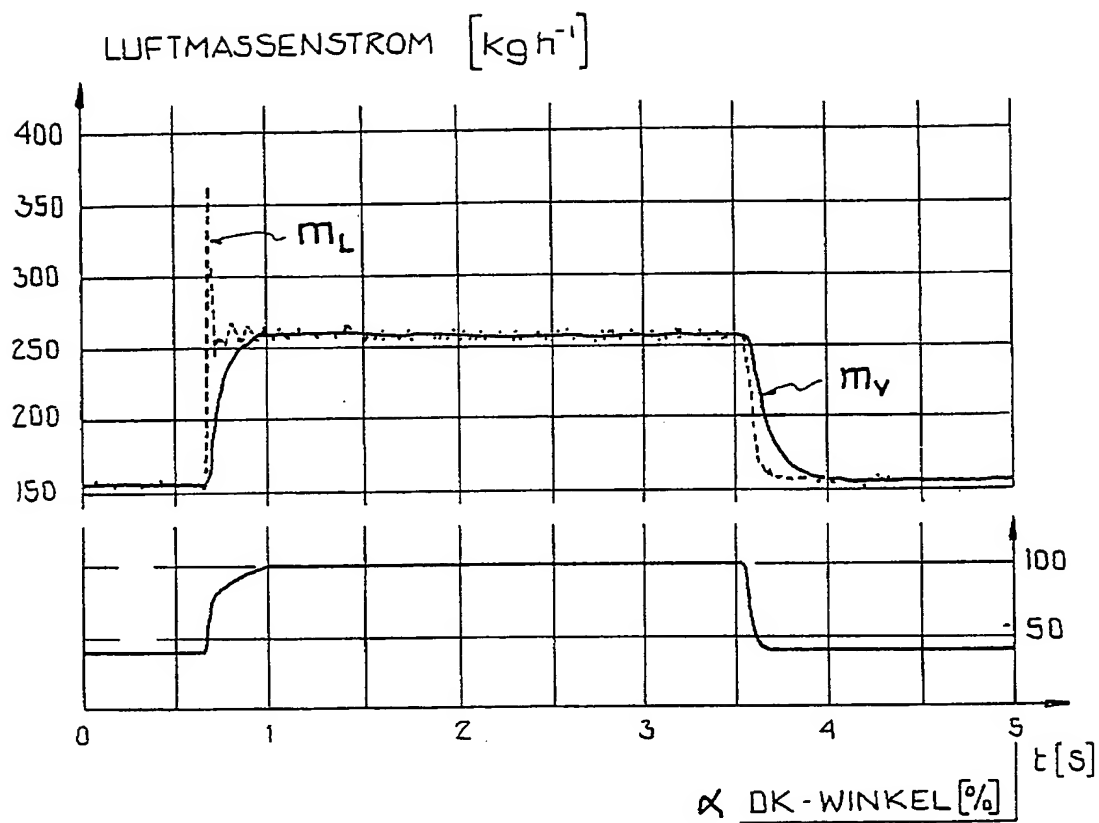


FIG.5